إنشاء ومواد البناء

المرحلة الثانية – قسم المنشات والموارد المائية

المحاضرة الثامنة: القوالب والسقالات Molds and Scaffolds

١. **القوالب:-** استعملت القوالب مع بداية استعمال الخرسانة في الاعمال الانشائية حيث استعملت القوالب الخشبية في البداية ثم استحدثت بعدها قوالب من مواد اخرى اهمها القوالب المعدنية والبلاستيكية وكما ادخلت تحسينات واضافات لعمل قوالب قياسية وبنمطية معينة تسهل تركيب القوالب وفكها ويضمن الجانب الاقتصادي الذي يعتمد بالدرجة الاولى على امكانية استعمال القالب الواحد مرات متعددة.

ومن اهم الامور التي تخص دراسة القالب هي:-

- تصميم القالب وفق اسس هندسية معينة.
- بناء القالب وتهيئتها للاستعمال.
- استعمال القوالب وتركيبها موقعيا ثم رفع القالب بعد انتفاء الحاجة لها.

ومن اهم الامور التي يجب توفرها في اعمال القوالب هي:-

- النوعية وتشمل قوة القالب ومتانته لمقاومة الاحمال المسلطة عليه وحفاظه على الشكل المطلوب وعلى مواده الخرسانية.
- الامان بالنسبة الى سلامة العمال والمنشأ الخرساني اثناء عمل القوالب وفكها او صب الخرسانة.
- الاقتصادية باعتبار ان كلفة القالب فقرة اساسية من فقرات سعر الخرسانة ويمكن خفض سعرها بنسبة كبيرة عند جواز استعمال القالب مرات عديدة كما هو الحال في القوالب المعدنية.

تعمل القوالب اما خارج الموقع (shop built forms) او تعمل داخل الموقع (job built forms) او تكون جاهزة بنمط معين ويجب اختيار المناسب منها حسب نوعية العمل وطبيعته.

٢. **أنواع القوالب حسب موادها**

تعمل القواب من احدى المواد التالية او من تركيب مادتين منها:-

أ. الخشب.
ب. الفولاذ.
ت. معادن خفيفة الوزن كالالمنيوم.
ث. البلاستك او البلاستك المسلح بالياف الزجاج.

أ. القوالب الخشبية:-

يستعمل هذا النوع من القوالب عندما يتطلب صب الخرسانة باشكال وتفاصيل هندسية يصعب الحصول عليها بقوالب من مواد اخرى ويكون القالب اقتصاديا عند استعماله مرات عديدة وبنسب قليلة من الضياع والتلف. ويفضل استخدام القالب المصنوع من الخشب الطري بدلا من القوالب المصنوعة من الخشب المجفف وذلك لقلة تاثره برطوبة الخرسانة ومحافظته على الشكل بدون التواء او انحناء.

اثبتت الدراسات ان استخدام القالب المصنوع من الخشب الطري افضل من الخشب المجفف وضح سبب ذلك؟
ج: ويفضل استخدام القالب المصنوع من الخشب الطري بدلا من القوالب المصنوعة من الخشب المجفف وذلك لقلة تاثره برطوبة الخرسانة ومحافظته على الشكل بدون التواء او انحناء.

وتصنف القوالب المصنوعة من الخشب الى مجموعتين بالنسبة الى استعمالاتها وهي:-

- قوالب لمنشات خفيفة وهي التي تصمم لغرض استعمال واحد او لمرات محدودة.
- قوالب لمنشات ثقيلة وهي التي تصمم لغرض استعمال مرات متكررة وكثيرة.

يتطلب ضبط ابعاد القالب بحيث تنتج الخرسانة بابعادها ومستوياتها المصممة كما يجب ضبطه من ناحية الشقوق والمفاصل بين الالواح كي لاتفقد الخرسانة ماءها او بعض من موادها الناعمة.كما يتطلب تنظيف القالب وطلاءه بمواد دهنية لتقليل تاثر القالب برطوبة الخرسانة والمحافظه عليه من الالتواء او امتصاص ماء الخرسانة وسهولة رفعه بعد اكمال عملية الصب.

قد تغلف القوالب الخشبية من الداخل بالواح المعاكس وذلك:-

- تقليل المفاصل والسيطرة على منع تسرب مونة الخرسانة ومائها الى الخارج.
- الحصول على اوجه صقيلة وبموجب مواصفات عمل هندسية.
- زيادة مقاومة القالب لتاثير الرطوبة وماء الخرسانة.
- امكانية استعمال القالب الواحد مرات عديدة.

يجب ان تكون القوالب الخشبية والهيكل الخاص بها قوية لمقاومة الاحمال الشاقولية وقوى الدفع الجانبية المؤثرة عليها وان تكون متماسكة الاطراف بحيث تعمل بكافة اجزاءها كوحدة واحدة متماسكة.

ويعتمد سمك الخشب والابعاد اللازمة للقوالب على :-

- عوامل التصميم.
- احمال وابعاد الاجزاء الخرسانية .

ومن المفيد اقتصاديا عند تصميم الاجزاء البنائية عدم تغيير المقاطع للاعمدة والاعتاب بقدر المستطاع وذلك لامكانية استعمالها عدة مرات والتقييد بابعاد الخشب القياسية لتقليل نسبة التلف عند العمل وبناء القوالب المطلوبة.

ب. القوالب المعدنية:- تعمل هذه القوالب من سبائك ومعادن من اهمها الفولاذ والالمنيوم وتمتاز بمتانتها واقتصاديتها وذلك لقابلية استخدامها عدة مرات. تتوفر القوالب بانواع ومقاسات عديدة منها المنشأت الخفيفة وتكون بمقطع طول (١٠٠-٣٠٠) سم وعرض مابين (١٠-٥٠) سم وبعمق (٥) سم لجميع القياسات ووزنها يتراوح مابين (٤-٤٠) كغم. اما المنشأت الثقيلة فتكون بمقطع طول (١٠٠-٣٠٠) سم وعرض (١٠-٤٠) سم وبعمق (٦) سم لجميع القياسات ووزنها يتراوح مابين (٥-٣٦) كغم. كما يجب تنظيف القالب ودهنه لتسهيل فكه وخزنه بترتيب معين ليكون جاهز للاستخدام مرة ثانية.

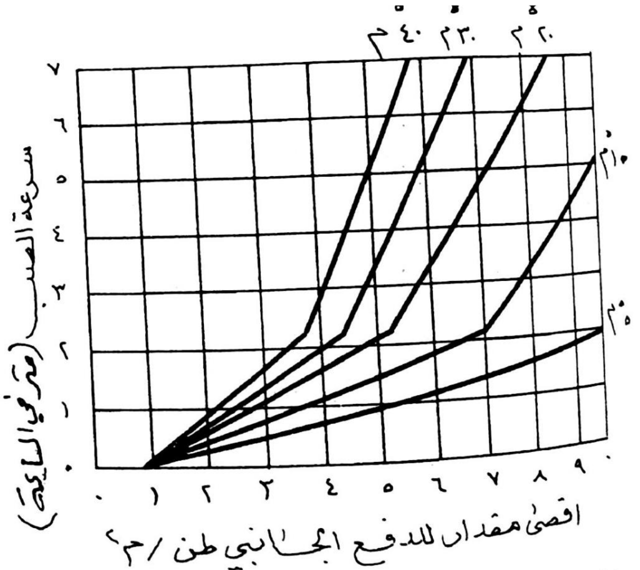
ج. القوالب البلاستيكية:- تستخدم هذه القوالب لاكساء القوالب المصنوعة من الخشب ولصنع قوالب باشكال خاصة منها السقوف المضلعة او لاظهار الاوجه لخرسانية بعد الصب بطابع معماري معين او نقوش خاصة. تمتاز هذه القوالب بامكانية استخدامها عدة مرات وخفة وزنها وسهولة تنظيفها واقتصاديتها.

٣. **احمال وقوى تصميم القوالب :-** تصمم القوالب لمقاومة احمال شاقولية وقوى دفع جانبية وابقائها ثابتة طيلة فترة صب الخرسانة وتصلدها. ومن اهم الاحمال التي تؤثر على القولب هي:-

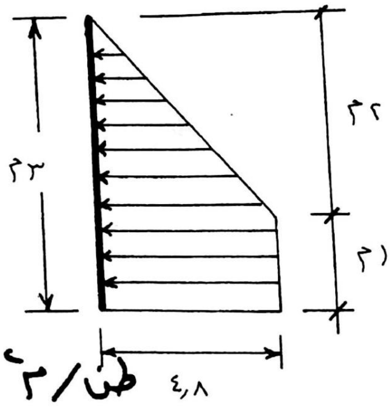
أ. الاحمال الشاقولية:- وتشمل

- وزن التسليح.
- وزن الخرسانة الطرية قبل التصلد وتقدر بمعدل ٢٥٠٠ كغم/ م^{٣}.
- وزن القالب يقدر من ٢٠- ٦٠ كغم/ م^{٢}.
- الاحمال الحية تتراوح مابين ٢٥٠- ٣٧٥ كغم/ م^{٢}.
- احمال مضافة اثناء التنفيذ تعتمد على طريقة وضع الخرسانة ورصها وحركة معدات نقل الخرسانة واجهزة الصب والاهتزازات الناجمة منها.
- احمال تكديس الخرسانة الطرية في بعض المواقع للأرضيات ذات اكثر من فضاء واحد وعدم توزيع الاحمال على اجزاء القالب مما يزيدالاحمال على بعض القوائم ويولد قوى رافعة وسحب لقوائم اخرى قد تسبب بزحف القالب وانهياره ان لم يوخذ بنظر الاعتبار عند التصميم والتنفيذ.

ب. الدفع الجانبي:- ينجم الدفع الجانبي على القوالب من دفع الخرسانة الطرية وهو يتناسب طرديا مع سرعة إملاء القالب بالخرسانة وعكسيا مع درجة حرارة الخرسانة وسرعة تماسكها، ويساوي ما معدله ٢٥٠٠ كغم\م٢ لكل متر ارتفاع من القالب مع وجود عوامل اخرى تؤثر على تصميم و ثبات القالب كالاهتزازات الشكل ادناه يوضح توزيع الضغط الجانبي للخرسانة الطرية على القالب.



مخطط رقم (٨ – ١١ أ) يبين مقدار الدفع الجانبي للخرسانة الطرية على القالب .



مخطط رقم (٨ – ١١ ب) يبين توزيع الدفع الجانبي للخرسانة الطرية على القالب .

٤. **القوائم والسقالات:-** تحتاج القوالب لحملها واسنادها الى قوائم وسقالات وتعمل من مقاطع الخشب او الانابيب الفولاذية او الالمنيومية ذات الاطوال والاقطار المناسبة.

➢ **القوائم:-** وهي عبارة عن دعامات شاقولية تحمل القالب ويتم توزيعها بمسافات متساوية تعتمد عل تحمل القائم للاحمال المسلطة عليه. يتم عمل الطرف العلوي على شكل حرف (T) مكتف لحمل القالب عليه بثبات اما الطرف السفلي فيتم اسناده على قطعة من الخشب او الطابوق او اي مادة اخرى لغرض توزيع الحمل المسلط على التربة اذا كان القائم من الخشب اما في حالة كون الارضية صلبة كأرضية خرسانية مثلا او ان القائم معدني فلا حاجة الى القاعدة في اسفل القائم.

❖ في حالة كون طول القوائم المستعملة لاسناد القالب اكثر من (٤) م فيتم ربط جميع القوائم من منتصف طول القوائم افقيا وباتجاهين لضمان عدم حدوث انبعاج (Buckling) في واحد او اكثر من القوائم.

➢ **السقالات:-** وهي عبارة عن هياكل تكون في الغالب معدنية تستخدم في مواقع العمل لعدة اغراض منها:-

- لحمل ارضية مؤقتة للعمال اثناء الانشاء
- لحمل القوالب واسنادها كبديل عن القوائم
- توفير المماشي بمستويات مختلفة لانهاء ومعالجة الجدران و الواجهات الخارجة للابنية

٥. **مواصفات وتعليمات بخصوص القوالب:-** يتطلب تهيئة مواصفات وتعليمات واضحة بخصوص القوالب عند التصميم والتنفيذ واهمها ما يلي:-

- مظهر الاوجه الخارجية وبيان التفاصيل المعمارية ان وجدت
- شاقولية القوالب مع الاسناد الجيد للقالب وضبط ابعاد القوالب على ان لايزيد التفاوت بالابعاد عن ١٠% من االبعد الاصغر للقالب على ان لايزيد على (١سم) للقوالب العادية و(٥%) من البعد الاصغر للقالب على ان لا يزيد على (٢ ملم) للقوالب الجيدة.
- مواقع الفتحات وعمل قوالق خاصة لذلك
- تحديد المفاصل الانشائية والتمددية لغرض تنسيق مراحل صب الخرسانة
- رفع وسط القالب او الطرف الناتئ تحسبا للانحناء او التحدب
- تهيئة ممرات ومعابر وارضيات خاصة للعدد الانشائية ووسائط نقل الخرسانة وصبها

٦. **فشل اعمال القوالب:-** تحدث حالات الفشل في اعمال القالب ويقصد بالفشل تباين الابعاد او الهطول او الانهيار لاسباب تصميمية او تنفيذية او الاثنان معا ومن اهم الاسباب هي:-

١. وجود نقص او ضعف في تركيب اجزاء القالب.
٢. عدم وجود التكتيف الملائم للسقالات والقوائم والحاملات.
٣. حدوث قوى دفع جانبية اكبر من ان يتحملها هيكل القالب منها بسبب تكديس الخرسانة الطرية في بقعة معينة مما يسبب انحناء بعض القوائم وسحب بعض القوائم الاخرى الى الاعلى.
٤. عدم اسناد نهايات القوائم على قواعد ثابته تتناسب مع الحمل الواقع عليها لذا يتطلب توفير مساحة كافية لتوزيع احمال القوائم حسب تحمل التربة الساندة لها.
٥. فشل لاسباب خاصة لاتغزى الى القوالب بل تكون بسبب سقوط ناقلة الخرسانة على بعض اجزاء القالب او بسبب انهيار ارضية طابق ساند لقوائم قوالب الذي فوقه.

٧. **فك القوالب :-** ان تحديد المدة بين صب الخرسانة وفك قوالبها يتوقف على عدة عوامل منها:-

١. درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية حيث يتاخر تصلد الخرسانة بصورة واضحة تحت درجة حرارة ١٠°.
٢. مسافة الفضاء والاحمال الميتة والحية ونسبة احدهما للاخر.
٣. نوع الاسمنت ونسبته في الخلطة فكلما كانت نسبة الاسمنت عالية في الخرسانة كلما كان الوقت اللازم لابقاء الخرسانة في القالب قليل.
٤. طبيعة الاجهادات التي يتعرض لها العضو البنائي ففي حالة استمرار الجو باردا يجب التاكد من ان مقاومة الخرسانة عند فك القالب تساوي ضعف الاجهادات التي ستتعرض لها المنشات بدون قوالب.

ان المدة اللازمة لابقاء الخرسانة ذات الاسمنت الاعتيادي في القوالب محددة ضمن الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشات المسلحة لسنة ١٩٧٧ وفي درجة حرارة 10 ^{o} كما يلي:-

١. جوانب الاعتاب والروافد والقالب كغلاف للخرسانة ٢ يوم.
٢. الاعمدة بدون احمال من ٢- ٣ يوم.
٣. الاعتاب والسقوف حسب الفضاء = ضعف الفضاء الصغير بالامتار + ٢ يوم.
٤. الاعتاب الناتئة حسب البروز= ٤ مرات البروز بالامتار+ ٢ يوم.

عند استعمال اسمنت سريع التصلب فان مدة ابقاء الخرسانة في القوالب يجب ان لاتكون اقل من نصف المدة المذكورة في حالة الاسمنت الاعتيادي والمبينة اعلاه. وفي حالة القوالب التي تتحمل احمالا اضافية من الطوابق الاخرى فمن الضروري ان تمضي ٢٨ يوم على بقاء كافة القوائم والمساند.

٨. **انواع خاصة من القوالب:-** هناك انواع خاصة من القوالب التي يمكن استخدامها في صب المنشأت الخرسانية ذات الطابع المعين (سرعة في التفيذ والاقتصاد في العمل وتوفير الايدي العاملة مع ضبط الجودة) ومنها:-

أ. القالب المنزلق:- هو القالب الذي ينزلق بواسطة رافعة وبالسرعة التي تكفي وقتها لتصلد الخرسانة الظاهرة تحت القالب اثناء انزلاقه وتحملها القوى الافقية والعمودية عليها.

ب. القالب المتحرك:- هو القالب المبني على هيكل ذو قوائم وعجلات تسير مع استمرارية الصب على سكة خاصة او امكانية عزل القالب عن المنشأ بعد انتفاء الحاجة اليه.